

## Method for determining the performance of a storage battery

Publication number: DE10107583

Publication date: 2002-08-29

Inventor: MEISNER EBERHARD (DE); KOCH INGO (DE)

Applicant: VB AUTOBATTERIE GMBH (DE)

Classification:

- International: **G01R31/36**; **G01R31/36**; (IPC1-7): G01R31/36;  
B60R16/04; H01M10/42; H02J7/00

- European: G01R31/36T2

Application number: DE20011007583 20010217

Priority number(s): DE20011007583 20010217

Also published as:



US6534992 (B2)

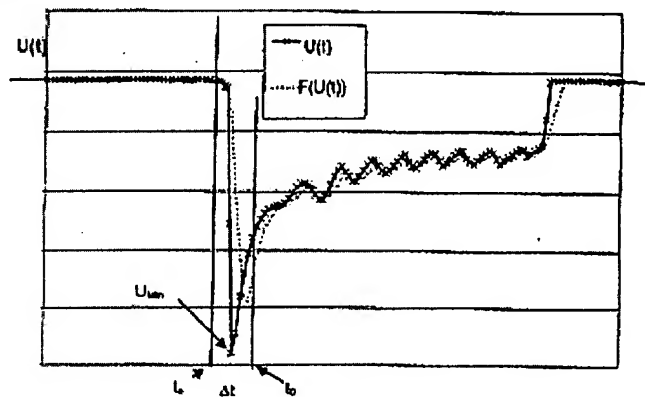
US2002113593 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10107583

Abstract of corresponding document: **US2002113593**

A method for determining performance of a storage battery including evaluating a time profile of voltage drop in the storage battery by application of a heavy current load, determining a voltage A from voltage response  $U(t)$  of the storage battery after switching on the heavy current load, determining a state value A1 from the voltage value A, battery temperature TBAT and state of charge SOC, comparing state value A1 with a preset value A1x which depends at least on associated battery temperature (TBAT) and associated state of charge (SOC) of the storage battery, wherein the present value A1x is calculated from comparison values A1T which are determined from the state values A1 for previous heavy current loads applied to the storage battery, and determining performance of the storage battery from the difference between the present value A1x and the state value A1.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 07 583 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**G 01 R 31/36**  
H 02 J 7/00  
H 01 M 10/42  
B 60 R 16/04

⑳ Aktenzeichen: 101 07 583.9  
㉔ Anmeldetag: 17. 2. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 29. 8. 2002

**DE 101 07 583 A 1**

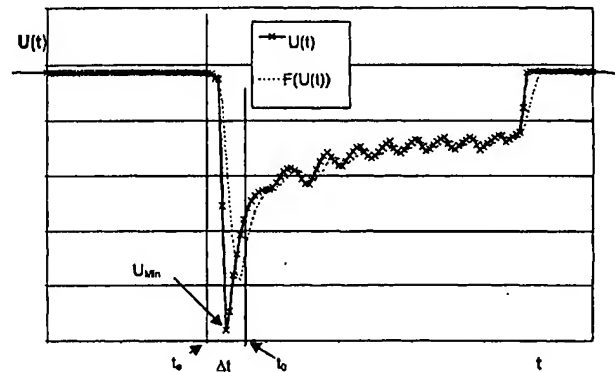
㉑ Anmelder:  
VB Autobatterie GmbH, 30419 Hannover, DE  
  
㉒ Vertreter:  
GRAMM, LINS & PARTNER, 38122 Braunschweig

㉓ Erfinder:  
Meißner, Eberhard, Dr., 31515 Wunstorf, DE; Koch,  
Ingo, 31789 Hameln, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Speicherbatterie

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Speicherbatterie, durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs des Spannungsabfalls bei Hochstrombelastung, wird aus der Spannungsantwort  $U(t)$  der Speicherbatterie nach dem Einschalten einer Hochstrombelastung ein Spannungswert  $A$  ausgewählt, aus dem Spannungswert  $A$  sowie der Batterietemperatur  $T_{BAT}$  und dem Ladezustand SOC wird durch funktionelle Verknüpfung ein Zustandswert  $A1$  gebildet. Dieser Zustandswert  $A1$  wird mit einem Vorgabewert  $A1_x$  verglichen, der zumindest von der zugehörigen Batterietemperatur ( $T_{BAT}$ ) und dem zugehörigen Ladezustand (SOC) der Speicherbatterie abhängt, wobei der Vorgabewert  $A1_x$  aus Vergleichswerten  $A1_T$  berechnet wird, die durch mathematische Verfahren aus den Zustandswerten  $A1$  von vorangegangenen Hochstrombelastungen ermittelt wurden. Aus der Differenz zwischen dem Vorgabewert  $A1_x$  und dem gemessenen Zustandswert  $A1$  wird auf die Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie geschlossen, und diese Größe wird angezeigt und/oder zur Steuerung oder Regelung von Maßnahmen herangezogen. Vorzugsweise wird zur Ermittlung des Zustandswertes  $A1$  das Minimum der Spannungsantwort  $U(t)$  ausgewählt.



**DE 101 07 583 A 1**

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Speicherbatterie durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs des Spannungsabfalls bei Hochstrombelastung.

[0002] Für die meisten Anwendungen bemisst sich die Leistungsfähigkeit einer Speicherbatterie in ihrer Fähigkeit darin, eine bestimmte elektrische Leistung abzugeben bzw. aufzunehmen, ohne dass dabei vorgegebene Spannungsschwellen unter- bzw. überschritten werden. Eine wesentliche Einflussgröße für diese Fähigkeit ist der aktuelle Innenwiderstand der Starterbatterie, der einerseits durch die Bauart bestimmt wird, andererseits im allgemeinen sowohl von der aktuellen Batterietemperatur  $T_{BAT}$  und dem aktuellen Ladezustand SOC der Batterie sowie dem bereits eingetretenen Verschleiß abhängt.

[0003] Zur Bestimmung des Innenwiderstandes werden gewöhnlich Messungen der Batteriespannung bei unterschiedlichen Lastströmen vorgenommen, und aus dem Zahlenverhältnis von Spannungsänderung zu Stromänderung wird der Widerstand berechnet.

[0004] Die Aussageschärfe eines solchen Verfahrens ist umso besser, je höher die Stromänderung und je stärker die damit verknüpfte Spannungsänderung sind. Solche Verfahren erfordern Messmittel zur Messung von Spannung und Strom in einem weiten Wertebereich. Oft will man jedoch gerade auf zusätzliche aufwändige Messmittel zur Messung des Batteriestromes verzichten.

[0005] Aus dem Dokument DE 39 01 680-C1 ist ein Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors bekannt, bei dem der zeitliche Verlauf des beim Anlassen eintretenden Spannungsabfalls beobachtet und ausgewertet wird. Die Auswertung erfolgt dabei anhand von Grenzwerten einer aus Erfahrungswerten gewonnenen Kennlinie und in Abhängigkeit von der Batterietemperatur.

[0006] Dokument DE 37 12 629-C1 offenbart eine Messvorrichtung für die verbleibende Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie, die die Batteriespannung und den dazugehörigen Laststromwert vor und nach dem erstmaligen Starten bei vollgeladenem Zustand der Batterie erfasst, den temperaturkompensierten Innenwiderstand ermittelt und in einem Speicher ablegt sowie mit den bei den späteren Startvorgängen der Verbrennungskraftmaschine ermittelten Innenwiderstandswerten vergleicht. Die Anzeige erfolgt danach in Abhängigkeit von vorgegebenen, abgespeicherten Schwellwerten.

[0007] Die DE 197 50 309 A1 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit der Starterbatterie eines Kfz, bei dem der Spannungseinbruch beim Start gemessen und mit den Werten eines Kennlinienfeldes verglichen wird. Dieses Kennlinienfeld besteht aus dem Mittelwert der beim Startvorgang gemessenen Spannungseinbrüche sowie der zugehörigen Batterie- und Motortemperatur. Überschreitet die Differenz einen vorgegebenen Wert, so wird eine Anzeige oder Alarmfunktion ausgelöst. Die im Kennlinienfeld berücksichtigten Messwerte des Spannungseinbruchs stammen in einer besonderen Ausgestaltungsform aus der Zeit der 6 bis 18 Monate währenden Neuphase im Sinne einer Lernphase für den Normalzustand, bevor ein Verschleiß eintritt, und berücksichtigen so die jeweiligen Gegebenheiten im Fahrzeug wie z. B. Eigenschaften der installierten Batterie, des Verbrennungsmotors und der elektrischen Installation.

[0008] Ziel der Erfindung ist die Angabe eines verbesserten Verfahrens zur Bewertung der aktuellen Leistungsfähigkeit einer Speicherbatterie, welches auch eine Prognose der

Leistungsfähigkeit der Batterie bei anderen Zuständen, z. B. anderem Ladezustand SOC (State of Charge) und anderer Batterietemperatur  $T_{BAT}$ , als den aktuellen Zuständen ermöglichen soll.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß beim eingangs genannten Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0010] Gemäß der Erfindung wird neben der Temperatur der Batterie insbesondere auch ihr Ladezustand als wesentliche Einflussgröße für ihren Innenwiderstand und ihre Leistungsbereitschaft berücksichtigt.

[0011] Die Messung des Zusammenbruchs einer Spannung beim Einschalten einer Last erfordert mindestens zwei Messungen der Spannung, und zwar vor und nach dem Einschalten. Im Spezialfall der Beurteilung einer Starterbatterie im Kfz liegt jedoch auch vor dem Einschalten des Hauptstromes des Anlassermotors kein stromloser Zustand vor. Bei modernen Kraftfahrzeugen können durch die Motorsteuerung nach Einschalten der Zündanlage bereits Ströme von mehreren 10 Ampere fließen.

[0012] Die Erfindung sieht deshalb vor, nicht allein den Spannungszusammenbruch bei Hochstrombelastung als Maßzahl zur Beurteilung heranzuziehen, sondern aus der Spannungsantwort der Batterie auf den elektrischen Belastungsvorgang, d. h. aus dem zeitlichen Verlauf  $U(t)$  der Spannung einen Spannungswert  $A$  zu ermitteln. In diesen Spannungswert  $A$  können also mehr als nur zwei diskrete Spannungsmesswerte einfließen.

[0013] Im Folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

[0014] Fig. 1 ist eine Darstellung der Spannungsantwort  $U(t)$  der Speicherbatterie auf eine Hochstrombelastung, sowie des berechneten fortlaufenden Mittelwertes dieser gemessenen Spannungswerte.

[0015] Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Darstellung der diskreten vorgegebenen Werte  $A_{1T}$  in Abhängigkeit von Ladezustand und Temperatur der Speicherbatterie.

[0016] Fig. 3 zeigt ein Schema zur Prädiktion von  $A_1$  (SOC,  $T_{BAT}$ ) in andere Zustände (SOC\*,  $T_{BAT}$ \*) durch Information aus dem funktionalen Zusammenhang von  $A_{1T}$  mit SOC und  $T_{BAT}$ .

[0017] Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst ein Spannungswert  $A$  als Zwischengröße aus  $U(t)$  durch die Anwendung einer der folgenden Methoden aus der Spannungsantwort  $U(t)$  ermittelt.

[0018] Eine Methode ist die Durchführung einer Kurvendiskussion von  $U(t)$ . Je nach Ausgestaltungsform der Erfindung wird der Spannungswert  $A$  mit dem absoluten Minimalwert, mit einem relativen Minimalwert oder relativen Maximalwert, einem Wendepunkt, einer Steigung, etc. aus der Kurvendiskussion von  $U(t)$  belegt. Vorteilhaft ist insbesondere die Belegung des Spannungswertes  $A$  mit dem absoluten Minimalwert von  $U(t)$ .

[0019] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass  $U(t)$  vor der vorgenannten Kurvendiskussion zunächst eine Filterung durchläuft, die durch die Verwendung eines Tiefpassfilters oder durch die Bildung eines Mittelwertes über eine definierte Zeitspanne erfolgt. Dadurch ergibt sich ein gefilterter Kurvenverlauf  $F(U(t))$ , an dem dann die Kurvendiskussion vorgenommen wird.

[0020] Ein Beispiel für eine Spannungsantwort  $U(t)$  und für deren gefilterten Verlauf  $F(U(t))$  ist in Fig. 1 dargestellt. In diesem Beispiel wird der gefilterte  $F(U(t))$  durch die Anwendung einer fortlaufenden Mittelwertbildung errechnet.

[0021] Der Vorteil einer zusätzlichen Filterung der Spannungsantwort  $U(t)$  durch eine Filterfunktion  $F$  liegt darin,

dass die Messung einzelner Spannungswerte bei elektrischer Belastung zur Bestimmung des Spannungszusammenbruches generell problematisch ist. Durch Fehlmessungen oder ungenaue Bestimmung des Zeitpunktes der Messung kann ein aussagekräftiger Vergleich mit einem Sollwert, einem Kennlinienfeld oder ähnlichem erschwert sein.

[0022] Eine weitere Methode besteht darin, dass der Spannungswert  $A$  mit dem Spannungswert  $U(t_0)$  oder dem gefilterten Spannungswert  $F(U(t_0))$  zum einem festen Zeitpunkt  $t_0$  belegt wird. Dabei ist  $t_0$  der Zeitpunkt, der um die Zeitspanne  $\Delta t$  versetzt nach dem Zeitpunkt  $t_e$  eintritt, an dem ein bestimmtes Ereignis erfolgt, z. B. der Beginn des Startvorganges oder das Auftreten des minimalen Spannungswertes  $U_{\min}$  in der Kurve  $U(t)$ . Diese Methode ist schematisch in Fig. 1 dargestellt.

[0023] Die Filterung kann beispielsweise ein Tiefpassfilter mit einer Zeitkonstanten von maximal 50 msec oder die Bildung von Mittelwerten über einen Zeitraum von maximal 100 msec sein.

[0024] Dieser nach einer der angegebenen Möglichkeiten ermittelte Spannungswert  $A$  wird zur Berücksichtigung der Batterietemperatur  $T_{\text{BAT}}$  und des Ladezustandes SOC dann mit  $T_{\text{BAT}}$  und SOC in einer mathematischen Funktion verknüpft, wobei die einfachste Verknüpfung die Multiplikation von Spannungswert  $A$  mit empirisch gewonnenen Konstanten für  $T_{\text{BAT}}$  und SOC ist. Das Ergebnis dieser Verknüpfung ist dann der Zustandswert  $A_1$ . Vorteilhaft ist eine Belegung des Wertes  $A_1$  direkt mit dem Wert  $A$ .

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Spannungswert  $A$  aus der Spannungsantwort  $U(t)$  der Batterie sowie mindestens einer der Größen Induktivität, Kapazität oder ohmschen Widerstand des Stromkreises ermittelt. Hintergrund hierfür ist, dass das elektrische Ersatzschaltbild eines Stromkreises üblicherweise solche Komponenten beinhaltet und deren Zahlenwert bekannt sein kann. Im Falle des Stromkreises der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors besteht dieser aus Induktivitäten (Wicklung des Startermotors), Widerständen (Draht, Wicklung) und Kapazitäten (Batterie).

[0026] Der Zustandswert  $A_1$  wird im weiteren Ablauf mit einem Vorgabewert  $A_{1x}$  verglichen. Der Vorgabewert  $A_{1x}$  wird aus Vergleichswerten  $A_{1T}$  berechnet, die durch mathematische Verfahren aus den Zustandswerten  $A_1$  von vorangegangenen Hochstrombelastungen ermittelt wurden. Dazu werden in einer bestimmten zeitlichen Periode aus der Spannungsantwort  $U(t)$  der Batterie auf den elektrischen Belastungsvorgang im Batteriezustand  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  jeweils Zustandswerte  $A_1$   $(SOC, T_{\text{BAT}})$  ermittelt. Die Menge dieser in einer bestimmten zeitlichen Periode erhaltenen Zustandswerte  $A_1$   $(SOC, T_{\text{BAT}})$  ist dann Basis für die Vergleichswerte  $A_{1T}$  als Funktion der Wertekombination  $(SOC, T_{\text{BAT}})$ .

[0027] Der Vorgang des Lernens kann auch durch die Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzes realisiert werden.

[0028] Der Beginn einer solchen Lernphase wird insbesondere durch den Austausch der Batterie oder einer anderen deren Hochstrombelastung wesentlich beeinflussenden Veränderung gegeben. Das Ende der Lernphase kann z. B. festgelegt werden durch eine vorgegebene Zeitdauer, durch die Anzahl von auswertbaren Ereignissen, die zur Ermittlung eines Zustandswertes  $A_1$  führen, durch die Vielfalt von unterschiedlichen Batteriezuständen  $(SOC, T_{\text{BAT}})$ , in der solche Zustandswerte  $A_1$  ermittelt wurden, oder durch andere Kriterien, die z. B. die Alterung der Batterien beeinflussen, wie deren integraler Energiedurchsatz oder die Zeit in ungünstigen Betriebszuständen, oder Kombinationen solcher Kriterien.

[0029] Der wie oben ermittelte Vorgabewert  $A_{1x}$  wird als

"Normalwert" bei aktuellem Ladezustand SOC und aktueller Batterietemperatur  $T_{\text{BAT}}$  betrachtet. Die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie zu einem gewissen Zeitpunkt erfolgt durch Vergleich des bei aktuellem Zustand  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  ermittelten Zustandswertes  $A_1$  mit dem während der Lernphase erhaltenen Vorgabewert  $A_{1x}$  beim gleichen Zustand  $(SOC, T_{\text{BAT}})$ . Da jedoch bei genau dieser aktuellen Wertekombination  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  meist kein Ereignis während der Lernphase vorlag, wird ersatzweise  $A_{1x}$  aus der Menge der während der Lernphase bei anderen Wertekombinationen  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  erhaltenen Vergleichswerte  $A_{1T}$  durch ein mathematisches Verfahren ermittelt. Dies kann eine Interpolation oder Extrapolation sein, ausgehend von Stützpunkten von gemessenen Wertekombinationen  $(SOC, T_{\text{BAT}})$ , oder ein die Abhängigkeit des "Normalwertes"  $A_{1x}$   $(SOC, T_{\text{BAT}})$  von der Wertekombination  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  beschreibender funktionaler Zusammenhang. In Fig. 2 ist beispielhaft die prinzipielle Abhängigkeit von Vergleichswerten  $A_{1T}$  über SOC und  $T_{\text{BAT}}$  dargestellt bei einer diskreten Auftragung von  $A_{1T}$ .

[0030] Es ist weiterhin erfindungsgemäß möglich, aus der Spannungsantwort mehrere Zustandswerte  $A_{11}, A_{12}, \dots$  zu ermitteln, diese Werte  $A_{11}, A_{12}, \dots$  mit Vorgabewerten  $A_{1x1}, A_{1x2}, \dots$  zu vergleichen, die zumindest von der zugehörigen Batterietemperatur und dem zugehörigen Ladezustand (SOC) der Speicherbatterie abhängen, wobei die Vorgabewerte  $A_{1x1}, A_{1x2}, \dots$  aus den Vergleichswerten  $A_{1T1}, A_{1T2}, \dots$  berechnet wurden, die durch mathematische Verfahren aus Werten  $A_{11}, A_{12}, \dots$  von vorangegangenen Hochstrombelastungen ermittelt wurden und aus den gewichteten Differenzen  $(A_{1x1} - A_{11}), (A_{1x2} - A_{12}), \dots$  zwischen den vorgegebenen Werten  $A_{1x1}, A_{1x2}, \dots$  und den gemessenen Werten  $A_{11}, A_{12}, \dots$  auf die Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie schließen.

[0031] Es kann aber nicht nur die Leistungsfähigkeit im aktuellen Zustand  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  aufgrund der Spannungsantwort  $U(t)$  in diesem Zustand ermittelt werden, sondern auch die Leistungsfähigkeit in einem anderen Zustand  $(SOC^*, T_{\text{BAT}}^*)$ . Letzteres erfordert die Prädiktion der hypothetischen Spannungsantwort  $U^*(t)$  in diesem anderen Zustand  $(SOC^*, T_{\text{BAT}}^*)$  aufgrund der gemessenen Spannungsantwort  $U(t)$  und/oder die Prädiktion des daraus erhaltenen Zustandswertes  $A_1$  im Zustand  $(SOC, T_{\text{BAT}})$  auf  $A_1^*$  im Zustand  $(SOC^*, T_{\text{BAT}}^*)$ .

[0032] Dies ist möglich bei Kenntnis der funktionalen Abhängigkeit der Spannungsantwort  $U(t)$  oder des Zustandswertes  $A_1$  von den Parametern SOC und  $T_{\text{BAT}}$ . Das Vorgehen ist schematisch in Fig. 3 dargestellt.

[0033] Zusätzlich kann bei Vorliegen eines Grenzwertes  $A_{1L}$  des Zustandswertes für einen festgelegten Ladezustand  $SOC_L$  und eine festgelegte Batterietemperatur  $T_{\text{BATL}}$  durch die Prädiktion von Zustandswert  $A_1$  auf diesen Zustand  $(SOC, T_{\text{BATL}})$  eine Aussage über die Leistungsfähigkeit der Batterie, bezogen auf den Grenzwert  $A_{1L}$ , vorgenommen werden, indem der so bestimmte vorausgesagte Zustandswert  $A_1^*$  bei  $(SOC_L, T_{\text{BATL}})$  mit dem Grenzwert  $A_{1L}$  verglichen wird. Dieses Vorgehen ist schematisch in Fig. 3 dargestellt.

[0034] Für alle erhaltenen Zustandswerte  $A_1$ , deren Ladezustand SOC und Batterietemperatur  $T_{\text{BAT}}$  nicht  $SOC^*$  und  $T_{\text{BAT}}^*$  entsprechen, kann aus den Werten  $A_{1T}$  durch Nutzung der Information über den funktionalen Zusammenhang der Werte  $A_{1T}$  in Abhängigkeit von SOC und  $T_{\text{BAT}}$  eine Umrechnung auf den Wert  $A_1^*$  bei einem beliebigen  $SOC^*$  und einer beliebigen Temperatur  $T_{\text{BAT}}^*$  erfolgen, und aus der Größe dieses so erhaltenen Wertes  $A_1^*$  bei  $SOC^*$  und  $T_{\text{BAT}}^*$  kann auf die aktuelle Leistungsfähigkeit bei  $SOC^*$  und  $T_{\text{BAT}}^*$  geschlossen werden. Es wird beispielsweise ein

Grenzwert  $A_{1L}$  des Zustandswertes bei einem festgelegten Ladezustand  $SOC_L$  und einer festgelegten Batterietemperatur  $T_{BATL}$  für die Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie vorgegeben. Unter der Annahme, dass A das absolute Minimum von  $U(t)$  ist und dass A1 mit A belegt wird, ist ein einfaches Beispiel, dass bei einem Start eines Motors bei  $T_{BAT} = -18^\circ C$  und einem Ladezustand (SOC) von 50% eine Spannung von  $A_{1L} = 6 V$  nicht unterschritten werden darf. Für alle erhaltenen Zustandswerte A1, deren Ladezustand SOC und Batterietemperatur  $T_{BAT}$  nicht diesem Wert entsprechen, wird eine Umrechnung auf den Wert  $A_{1*}$  bei  $SOC_L$  und  $T_{BATL}$  vorgenommen, und aus der Größe dieses so erhaltenen Zustandswertes  $A_{1*}$  bei  $SOC_L$  und  $T_{BATL}$ , verglichen mit dem Grenzwert  $A_{1L}$  bei  $SOC_L$  und  $T_{BATL}$ , wird auf die aktuelle Leistungsfähigkeit bei  $SOC_L$  und  $T_{BATL}$  geschlossen. Dieser Vergleich dient als Maß für die augenblickliche Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie.

[0035] Diese Ausgestaltungsform der Erfindung ermöglicht eine Bewertung der Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie, z. B. bei einem Referenzzustand oder einem für die Zukunft angenommenen Zustand ( $SOC^*$ ,  $T_{BAT}^*$ ). So kann z. B. die Startfähigkeit einer Starterbatterie in einem Kfz am kommenden Morgen vorhergesagt werden, wenn voraussichtlich die Batterietemperatur vom aktuellen Wert auf  $T_{BAT}^*$  abgesunken und eventuell auch der Ladezustand vom aktuellen Wert auf  $SOC^*$  verändert ist.

[0036] Das Ergebnis der so ermittelten Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie kann mit dem Ergebnis eines anderen Verfahrens zur Ermittlung des Ladezustandes, der Leistungsfähigkeit, der Verfügbarkeit oder des Alters der Speicherbatterie verknüpft werden, und das Ergebnis dieser Verknüpfung oder eine daraus abgeleitete Größe kann angezeigt werden und/oder zur Steuerung oder Regelung von Maßnahmen herangezogen werden.

[0037] Ebenfalls im Rahmen dieser Erfindung liegt es, wenn weitere in oder an einem Fahrzeug gemessene Größen, wie z. B. die Außentemperatur, die Drehzahl des Verbrennungsmotors während des Startvorgangs oder die Motortemperatur, zur Berechnung des Zustandswertes A1 herangezogen werden.

[0038] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann die Fähigkeit von Batterien zum Start von Verbrennungsmotoren beurteilt werden. Es kann aber auch bei vielen anderen Anwendungsfällen eingesetzt werden, bei denen eine Batterie regelmäßig mit einer hohen elektrischen Last beaufschlagt wird. Die Last kann sowohl mit einer Entladung wie mit einer Ladung der Batterie verbunden sein.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Speicherbatterie, durch Auswertung des zeitlichen Verlaufs des Spannungsabfalls bei Hochstrombelastung, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Spannungsantwort  $U(t)$  der Speicherbatterie nach dem Einschalten einer Hochstrombelastung ein Spannungswert A ermittelt wird, dass aus dem Spannungswert A sowie der Batterietemperatur  $T_{BAT}$  und dem Ladezustand SOC durch funktionelle Verknüpfung ein Zustandswert A1 gebildet wird, und dass dieser Zustandswert A1 mit einem Vorgabewert  $A_{1x}$  verglichen wird, der zumindest von der zugehörigen Batterietemperatur ( $T_{BAT}$ ) und dem zugehörigen Ladezustand (SOC) der Speicherbatterie abhängt, wobei der Vorgabewert  $A_{1x}$  aus Vergleichswerten  $A_{1T}$  berechnet wird, die durch mathematische Verfahren aus den Zustandswerten A1 von vorangegangenen Hochstrombelastungen ermittelt wurden, und dass aus der Differenz zwischen dem Vor-

gabewert  $A_{1x}$  und dem gemessenen Spannungswert A auf die Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie geschlossen wird und diese Größe angezeigt und/oder zur Steuerung oder Regelung von Maßnahmen herangezogen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Spannungswert A das absolute Minimum der Spannungsantwort ausgewählt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustandswert A1 gleich dem Spannungswert A gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustandswert A1 aus der Spannungsantwort der Speicherbatterie bei einer Hochstrombelastung sowie mindestens einer der Größen Induktivität, Kapazität und ohmschem Widerstand des Stromkreises ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichswerte  $A_{1T}$  aus den bei vorangegangenen Hochstrombelastungen eines begrenzten Zeitraumes erhaltenen Spannungsantworten  $U(t)$  der Speicherbatterie ermittelt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorgabewert  $A_{1x}$  durch Interpolations- oder Extrapolationsverfahren aus den Vergleichswerten  $A_{1T}$  ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Spannungsantwort  $U(t)$  mehrere Zustandswerte  $A_{11}$ ,  $A_{12}$ , ... ermittelt werden, dass diese Zustandswerte  $A_{11}$ ,  $A_{12}$ , ... mit Vorgabewerten  $A_{1x1}$ ,  $A_{1x2}$ , ... verglichen werden, die zumindest von der zugehörigen Batterietemperatur und dem zugehörigen Ladezustand (SOC) der Speicherbatterie abhängen, wobei die Vorgabewerte  $A_{1x1}$ ,  $A_{1x2}$ , ... aus den Vergleichswerten  $A_{1T1}$ ,  $A_{1T2}$ , ... berechnet wurden, die durch mathematische Verfahren aus Zustandswerten  $A_{11}$ ,  $A_{12}$ , ... von vorangegangenen Hochstrombelastungen ermittelt wurden, und dass aus den gewichteten Differenzen  $(A_{1x1} - A_{11})$ ,  $(A_{1x2} - A_{12})$ , zwischen den Vorgabewerten  $A_{1x1}$ ,  $A_{1x2}$ , ... und den gemessenen Zustandswerten  $A_{11}$ ,  $A_{12}$ , ... auf die Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie geschlossen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ergebnis der so ermittelten Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie mit dem Ergebnis eines anderen Verfahrens zur Ermittlung des Ladezustandes, der Leistungsfähigkeit, der Verfügbarkeit oder des Alters der Speicherbatterie verknüpft wird, und das Ergebnis dieser Verknüpfung oder eine daraus abgeleitete Größe angezeigt wird und/oder zur Steuerung oder Regelung von Maßnahmen herangezogen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass für alle erhaltenen Zustandswerte A1, deren Ladezustand SOC und Batterietemperatur  $T_{BAT}$  nicht  $SOC^*$  und  $T_{BAT}^*$  entsprechen, aus den Vergleichswerten  $A_{1T}$  durch Nutzung der Information über den funktionalen Zusammenhang der Werte  $A_{1T}$  in Abhängigkeit von SOC und  $T_{BAT}$  eine Umrechnung auf den Wert  $A_{1*}$  bei einem beliebigen SOC und einer beliebigen Temperatur  $T_{BAT}^*$  erfolgt, und dass aus der Größe dieses so erhaltenen Zustandswertes  $A_{1*}$  bei  $SOC^*$  und  $T_{BAT}^*$  auf die aktuelle Leistungsfähigkeit bei  $SOC^*$  und  $T_{BAT}^*$  geschlossen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Grenzwert  $A_{1L}$  des Zustandswertes bei einem festgelegten Ladezustand

SOC<sub>L</sub> und einer festgelegten Batterietemperatur T<sub>BATL</sub> für die Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie vorgegeben wird, dass für alle erhaltenen Zustandswerte A1, deren Ladezustand SOC und Batterietemperatur T<sub>BAT</sub> nicht denen des Grenzwertes A1<sub>L</sub> entsprechen, eine Umrechnung auf einen Wert A1\* bei SOC<sub>L</sub> und T<sub>BATL</sub> erfolgt, dass aus der Größe dieses so erhaltenen Zustandswertes A1\* bei SOC<sub>L</sub> und T<sub>BATL</sub> im Verhältnis zum Grenzwert A1<sub>L</sub> bei SOC<sub>L</sub> und T<sub>BATL</sub> auf die aktuelle Leistungsfähigkeit bei SOC<sub>L</sub> und T<sub>BATL</sub> geschlossen wird, und dass dieses Verhältnis als Maßzahl für die augenblickliche Leistungsfähigkeit der Speicherbatterie dient.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

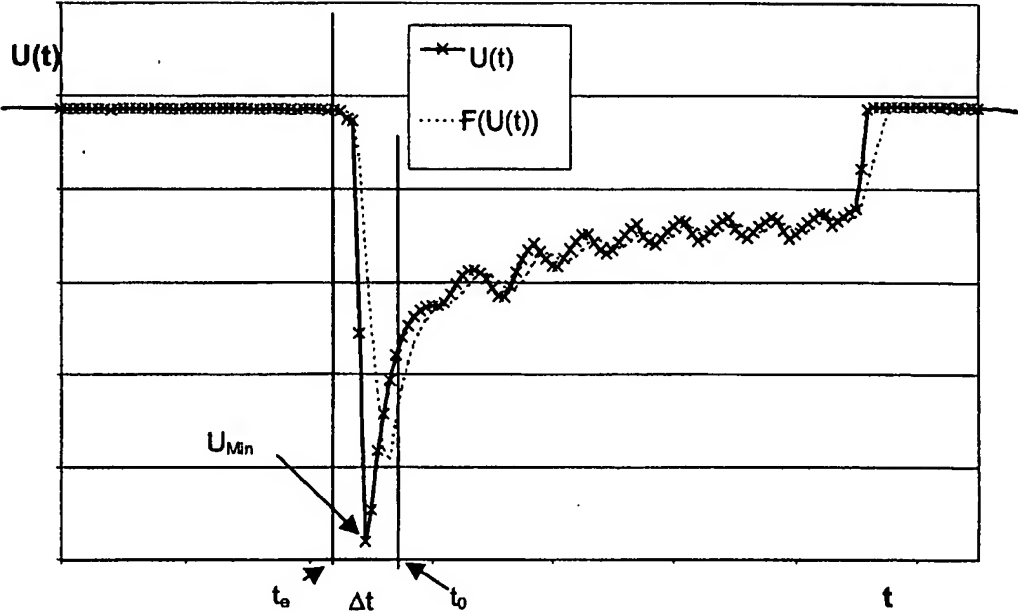
50

55

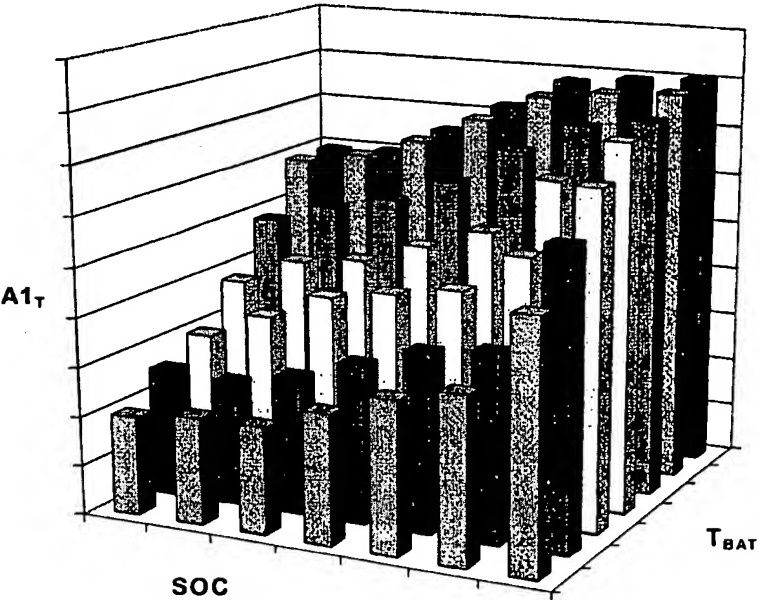
60

65

- Leerseite -

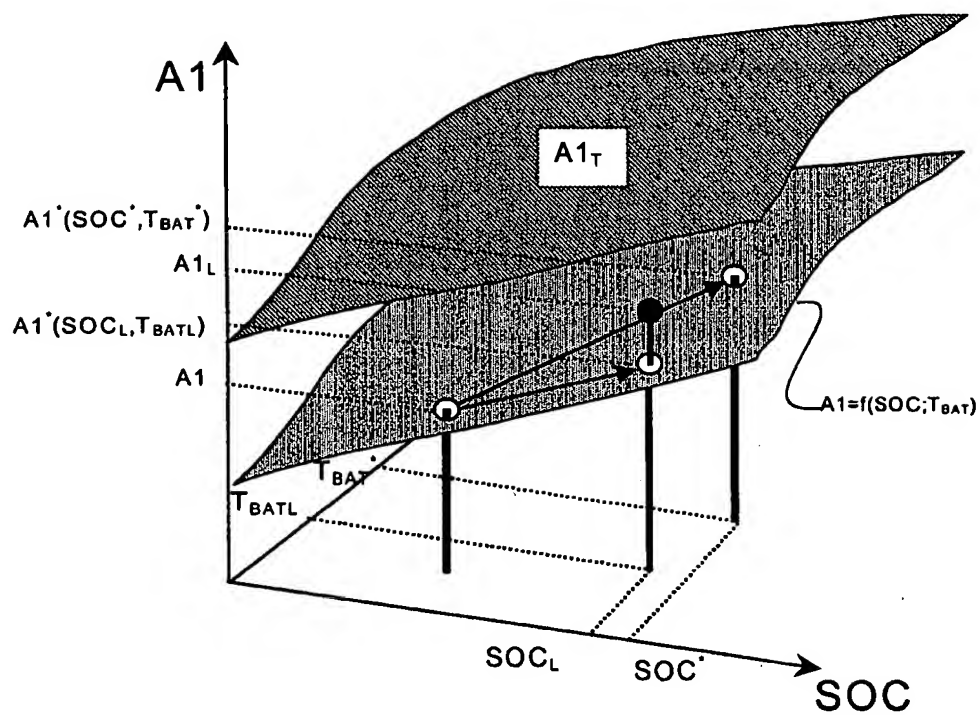


Figur 1



Figur 2





Figur 3